

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

## SEPARATION OF GASEOUS MIXTURE

Patent Number: JP2017921  
Publication date: 1990-01-22  
Inventor(s): SONODA KEISUKE  
Applicant(s): MITSUBISHI HEAVY IND LTD  
Requested Patent: ☐ JP2017921  
Application Number: JP19880165849 19880705  
Priority Number(s):  
IPC Classification: B01D53/24  
EC Classification:  
Equivalents:

---

### Abstract

---

**PURPOSE:** To efficiently separate gas in low cost without using a catalyst or a large- scale cooler by a method wherein a gaseous mixture is revolved to be subjected to isenthalpic expansion in an axially symmetric ultrasonic expansion nozzle to condense a part of components and the condensed component is separated by centrifugal separation action accompanied by revolution.

**CONSTITUTION:** Vacuum pumps 6, 7 are driven to guide a gaseous mixture 2 consisting of gaseous components A, B, C into an axially symmetric ultrasonic nozzle 3 and revolution is given to the gaseous mixture 2 by the swirler 10 of a subsonic part 11 while the revolved gaseous mixture is suddenly subjected to expansion cooling in a supersonic part 12 until the temp. of the gaseous mixture 2 reaches the saturation temp. of the gaseous component A or less. The gaseous component A is condensed or solidified in a condensation/solidification region 13 to become fine particles. The fine particles are fed to the wall surface part of a nozzle by the remaining gaseous components B, C by the action of centrifugal force accompanied by the preliminarily applied revolving stream to flow in the gap between an outer cylinder 4 and an inner cylinder 5 while the gaseous components B, C flow in the inner cylinder 5. By this method, the gaseous component A is separated and returns to a gaseous state by the gas temp. rise due to the oblique shock wave 16 in the outer cylinder.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2

## ⑫ 公開特許公報(A) 平2-17921

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成2年(1990)1月22日

B 01 D 53/24

8014-4D

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全3頁)

⑭ 発明の名称 混合気体のガス分離方法

⑯ 特 願 昭63-165849

⑰ 出 願 昭63(1988)7月5日

⑱ 発 明 者 園 田 圭 介 長崎県長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工業株式会社長崎  
研究所内

⑲ 出 願 人 三菱重工業株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目5番1号

⑳ 代 理 人 弁理士 坂 間 暁 外2名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

混合気体のガス分離方法

## 2. 特許請求の範囲

混合気体に旋回を与えて軸対称超音速膨張ノズルに流入させ、同ノズル内における急激な等エントロピー膨張による温度降下によって成分の一部を凝縮又は凝固させると共に、これを旋回に伴う遠心分離作用で他の成分気体から分離することを特徴とする混合気体のガス分離方法。

## 3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、二種類以上の気体が混合した混合気体から成分気体を分離する混合気体のガス分離方法に関する。

〔従来の技術〕

混合気体のガス分離方法としては、従来

(1) 触媒を用いた吸着法

(2) 冷却法

などが用いられている。

〔発明が解決しようとする課題〕

上記従来のガス分離方法の問題点として、

(1) 吸着法では、定期的に触媒を交換しなくてはならない。

(2) 冷却法では、大掛りな冷却設備を必要とする。などがあげられる。

本発明は、触媒や大掛りな冷却設備を必要としない混合気体のガス分離方法を提供しようとするものである。

〔課題を解決するための手段〕

本発明の混合気体のガス分離方法においては、混合気体に旋回を与えて軸対称超音速膨張ノズルに流入させ、同ノズル内における急激な等エントロピー膨張による温度降下によって成分の一部を凝縮又は凝固させると共に、これを旋回に伴う遠心分離作用で他の成分気体から分離するようにした。

〔作用〕

本発明では、混合気体を旋回させながら軸対称超音速膨張ノズルで加速膨張させて冷却し、混合気体の内の飽和温度が高い成分気体を凝縮又は凝

固させる。その後、凝縮又は凝固した成分気体（液体もしくは固体状態）は、その他の成分気体（凝縮あるいは凝固していない気体）から旋回流を利用して遠心分離される。

本発明の作用を、更に第3図及び第4図によって説明する。第3図中A点にある混合気体を亜音速状態で軸対称超音速膨張ノズルに旋回を与えて送り込むと急激な等エントロピー膨張によってB点まで冷却され、ここで混合気体中の最も飽和温度の高い成分気体が凝縮を開始し、またB点の温度によっては更に凝固を開始する。

旋回している混合気体の中で凝縮又は凝固した液滴又は成分粒子は、遠心力によって図中B点からC点に状態変化しながら上記膨張ノズルの内壁側へ遠心分離される。

一方、飽和温度が低く凝縮しなかった他の成分気体は上記膨張ノズルの中心部を流れる。このようにして、上記膨張ノズル内壁側と中心側とに分離された混合気体の成分は、例えば上記膨張ノズル内に設けられた内筒によって、分離される。

に示すように混合気体2を超音速ノズル3内へ導き、このときまず亜音速部のスワラー10で混合気体2に旋回を与え、混合気体2の温度が成分気体Aの飽和温度以下（たゞし成分気体B、Cの飽和温度以上）になるまで、超音速部で急激に膨張冷却する。この冷却により成分気体Aは超音速部の凝縮・凝固領域13で凝縮又は凝固し始め、成分気体Aの微細な粒子15（数 $\mu$ ～数十 $\mu$ の液体もしくは固体）が形成される。形成された粒子は、凝縮・凝固を促進すると共に遠心分離領域14において下流へ行くに従って成長して大きくなり、予め加えておいた旋回流に伴う遠心力の作用で、残りの成分気体B、Cによりノズル壁面部へ搬送され、そのまま成分気体B、Cの一部とともに外筒4と内筒5の間へ流入する。内筒5へは成分気体B、Cが流入する。これにより成分気体Aの分離が達成される。外筒内では斜め衝撃波16により気体温度が上昇するため、粒子は再び気体状態にもどり、真空ポンプ8から、成分気体B、Cが少量混った成分気体Aを主成分とする混合気体を取り出すこ

第4図は空気の成分気体と飽和蒸気圧線を示すが、本発明によって、例えば空気の場合、飽和温度の高い $H_2O$ を他の気体成分と分離することができる。

なお、本発明は混合気体の一成分を他から分離することもできるが、複数の成分を残りの成分から分離することも可能である。

#### 〔実施例〕

本発明の第一の実施例を第1図によって説明する。

軸対称超音速ラッパルノズル3は、亜音速部11と超音速部12から成り、亜音速部11には旋回流発生装置（スワラー）10が設置され、超音速部12の下流は外筒4と内筒5に分けられ、それぞれ吸出管8、9を介して真空ポンプ6、7に接続されている。本実施例では、三種類の成分気体A、B、Cから成る混合気体2から成分気体Aを分離する。これら成分気体は、A、B、Cの順に気体の飽和温度は高くなるものとする。

真空ポンプ6、7を駆動することにより、矢印

とができる。

なお、真空ポンプ7から取り出した成分気体BとCから成る混合気体は再度同様な手順により成分気体BとCを分離することができる。

本発明の第二の実施例を第2図によって説明する。

軸対称超音速ノズル3は、上記第一実施例と同様に亜音速部と超音速部から成り、亜音速部には旋回流発生装置（スワラー）10が設置され、超音速部の下流は外筒4と内筒5に分けられ、それぞれ真空ポンプ6、7に接続されている。またノズル3の中心軸上に亜音速部から超音速部までトラバース装置21に接続したシーディング管22が設置されている。

本実施例においては、真空ポンプ6、7を作動させて、矢印に示すようにノズル3の亜音速部から混合気体2を吸込みスワラー10で旋回を与え、同混合気体2を急激に膨張冷却する。混合気体の温度が成分気体の上記第一実施例と同様に飽和温度の最も高い飽和温度以下に下がると、凝縮・凝

固領域13においてその成分気体の凝縮が始まる。シーディング管22をノズル3の軸方向にトラバースして、凝縮・凝固領域13の直前でシード23を散布する。これにより、上記飽和温度の最も高い成分気体は、シード23を核として凝縮・凝固することになる。液体もしくは固体の微粒子15となった成分気体は微粒子の成長に伴って遠心分離領域14においてノズルの壁面へ搬送され、そのまま外筒4へ流入し、微粒子を含まない残りの成分気体が内筒5へ流入する。なお外筒へ流入した微粒子は斜め衝撃波16によって再び気化される。

これにより、超音速部で一度凝縮（あるいは凝固）した成分気体を含む混合気体が、真空ポンプ6から、排出され、また真空ポンプ7からは、凝縮（あるいは凝固）した成分気体を含まない混合気体が排出される。よってここにガス分離が達成される。

なお、シーディング管から散布したシードは沈降分離法で回収する。

〔発明の効果〕

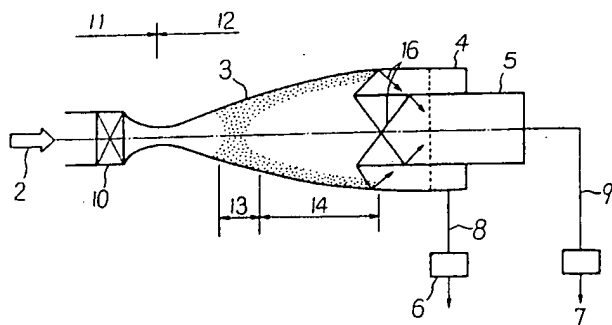
以上説明したように、本発明は、混合気体に旋回流を与えて軸対称超音速膨張ノズルに流入させ、急激な等エントロピー膨張によって成分の一部を凝縮又は凝固させ、旋回に伴う遠心分離作用によってこれを他成分から分離することによって、触媒や大掛りな冷却装置を必要とせず、低コストで効率の高いガス分離を行なうことができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

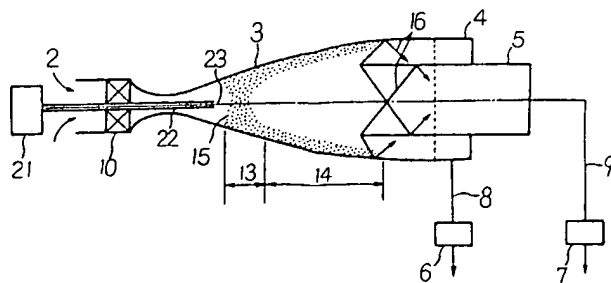
第1図は本発明の第一の実施例に使用される装置の説明図、第2図は本発明の第二の実施例に使用される装置の説明図、第3図は本発明におけるガス温度とガス圧力の関係を示す線図、第4図は空気の成分気体と飽和蒸気圧線を示す線図である。

2…混合気体、3…軸対称超音速ラバルノズル、4…超音速部外筒、5…超音速部内筒、6…真空ポンプ、7…真空ポンプ、10…スワラー、11…軸対称超音速ノズルの亜音速部、12…軸対称超音速ノズルの超音速部、13…凝縮・凝固領域、14…遠心分離領域、16…斜め衝撃波、21…シーディング管トラバース装置、22…シーディング管。

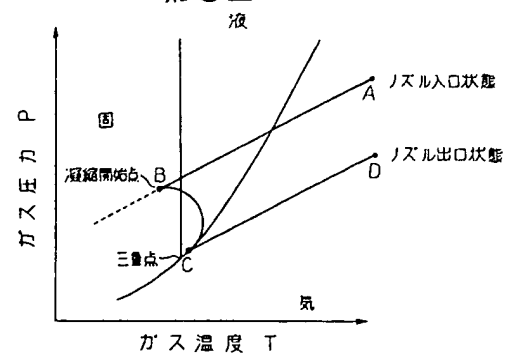
第1図



第2図



第3図



第4図

